

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Intellectuals Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
14. November 2002 (14.11.2002)

PCT

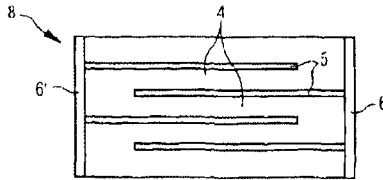
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/091408 A1

- (51) Internationale Patenklassifikation: H01G 4/30 (74) Anwalt: EPPING HERMANN & FISCHER GBR, Postfach 12 10 25, 800 H München (DE)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/01716 (81) Bestimmungsstaaten (national): AU, BR, CA, CN, CZ, HU, IL, IS, JP, KR, MX, NO, RU, UA, US
- (22) Internationales Anmeldedatum: 8. Mai 2001 (05.05.2001) (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten): EPCOS AG (1000000), St.-Mauritz-Strasse 5A, 81541 München (DE)
- (72) Erfinder: und (73) Erfinder/Anmelder (nur für US): KIRSTEN, Lutz (AT/ATL, Stuttgart 40, 7030 Stuttgart (AT))
- Veröffentlicht: mit internationaler Recherche nachricht
- Zur Förderung der Transparenz und der anderen Informationen und der Erklärungen (Erklärung von Claims und Abgrenzung) am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT Gazette versehen.

WO 02/091408 A1

(54) Title: "TRABIC" MULTILAYER FILAMENT AND A METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) Bezeichnung: KIRASCHID VIELSCHICHTBAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG



(57) Abstract: The invention relates to a filament multi-layer component comprising a filamentary component body with alternating cathodic and anodic layers. The electrode layers are connected alternately to two collector electrodes attached laterally to the component. The material of the inner electrodes comprises tungsten and cerium or tungsten or a tungsten compound.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein filamentäres Bauelement mit einem filamentären Bauelementkörper vorgeschlagen, welcher aus Bauelementkörper alternierend katodisch und anodisch beschichteten Schichten besteht. Die Elektroden sind abwechselnd mit zwei seitlich am Bauelement angeordneten Sammel Elektroden verbunden, wobei das Material der inneren Elektroden Wolfram und Cerium oder Wolfram oder eine Wolframverbindung enthält.

W O 02091408

PCT/DE01/01736

## Beschreibung

Keramisches Vielschichtbauelement und Verfahren zur Herstellung

- 5 Die Erfindung betrifft ein keramisches Vielschichtbauelement nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung des Bauelements.
- 10 Ein solches Bauelement ist beispielsweise aus der EP 0734031A2 bekannt. Es umfaßt einen monolithischen keramischen Bauelementkörper aus einer perovskitischen Keramik, die einen Mehrschichtaufbau aus alternierenden Keramik- und Elektroden-schichten aufweist. Die innenliegenden Elektroden auf der Basis von Nickel oder Nickellegierungen sind alternierend mit außen am Bauelementkörper angebrachten Sammelelektroden verbunden. Das Bauelement ist als Varistor ausgebildet.
- 15 Ein keramisches Vielschichtbauelement, welches als Kondensator einsetzbar ist, ist aus der US-3679950 bekannt. Auch dieses Bauelement weist alternierende Keramik- und Elektroden-schichten auf, wobei die Elektroden-schichten alternierend mit zwei seitlich am Bauelementkörper angebrachten Sammelelektroden kontaktiert sind. Die Elektroden-schichten werden bei der Herstellung des keramischen Bauelements zunächst als poröse keramische Zwischenschichten vorgefertigt und erst nachträglich mit leitfähigem Material imprägniert, beispielsweise mit Silber in einer Silbernitrat-schmelze oder in einer Schmelze einer BiPbSnO<sub>3</sub>-Legierung.
- 20 Mit Ausnahme des eben genannten aufwendigen Verfahrens sind bei der Herstellung keramischer Vielschichtbauelemente nur Keramik/Elektroden-Kombinationen geeignet, die die Sinterung zum dichten keramischen Bauelementkörper bei Temperaturen von
- 25 üblicherweise 1200 - 1500°C überstehen.
- 30
- 35

WO 02/091408

PCT/DE01/01736

2

Für keramische Kaltleiter, d.h. Bauelemente mit positivem Temperaturkoeffizient des Widerstands, sogenannte PTC-Elemente, sind keine üblicherweise verwendete temperaturstabile Elektroden aus Edelmetall geeignet. Diese können keinen ohmschen Kontakt zwischen der Keramik und den metallischen Elektroden aufbauen. Daher werden PTC-Elemente mit (Innen-) Elektroden aus Edelmetall einen unzulässig hohen Widerstand auf. Die als Elektrodenmaterial geeigneten unedlen Metalle überstehen jedoch in der Regel nicht den Sinterprozeß, der für den Aufbau von Vielschichtbauelementen erforderlich ist.

Aus der DE 19719174 A1 ist ein keramischer Kaltleiter in Vielschichtbauweise bekannt, der Aluminium umfassende Elektrodenschichten aufweist. Diese bilden zur Keramik einen ohmschen Kontakt auf und lassen sich bei Temperaturen bis 1200° ohne Beschädigung sintern. Nachteilig an diesem Vielschichtkaltleiterbauelement ist jedoch, daß das Aluminium aus den Elektrodenschichten teilweise in die Keramik eindiffundiert und dabei die Bauelementeigenschaften mittel- oder langfristig beeinträchtigt oder das Bauelement gar unbrauchbar macht.

Aus der DE 196 22 690 A1 ist ein keramisches Vielschichtbauelement bekannt, umfassend einen zu einem monolithischen Bauelement-Körper verbundenen Stapel aus mehreren beidseitig mit Elektroden versehenen Keramikschichten, bei dem die Elektrodenschichten alternierend mit seitlich am Bauelement angebrachten Sammelelektroden kontaktiert sind, und wobei das Material der innenliegenden Elektroden Wolfram umfaßt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein keramisches Vielschichtbauelement mit PTC Keramik umfassenden keramischen Schichten anzugeben, welches gegenüber der Sinterung stabile Innenelektroden aufweist und welches langzeitstabile Bauelementeigenschaften besitzt.

WO 02/091408

PCT/DE01/01736

3

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein keramische Vielschicht-Bauelement der eingangs genannten Art gelöst, bei dem das Material zumindest der innenliegenden Elektroden Wolfram umfaßt und bei dem die keramischen Schichten eine PTC Keramik umfassen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sowie ein Verfahren zur Herstellung des Bauelements gehen aus weiteren Ansprüchen hervor.

10

Es hat sich gezeigt, daß aus Wolfram bestehende oder wolframhaltige Elektroden den für das keramische Bauelement erforderlichen Sinterprozeß unbeschadet überstehen und dabei einen guten ohmschen Kontakt zur PTC Keramik ausbilden. Daher können mit der Erfindung Bauelemente mit niedrigen Widerstand erhalten werden. Beim Sintern werden keine Diffusionsprozesse des Wolframs in die Keramik beobachtet, die die keramischen Bauelementeigenschaften beeinträchtigen könnten. Dies gilt auch bei keramischen Kaltleitern, die ebenfalls einen guten ohmschen Kontakt zu den Wolfram umfassenden Elektroden ausbilden, ohne daß dabei die kaltleitenden Eigenschaften verloren gehen. Gleichzeitig weist Wolfram eine mit Edelmetallen vergleichbare gute elektrische Leitfähigkeit auf, die für reines Wolfram etwa drei mal so hoch ist wie die von Silber, so daß Elektroden-schichten mit ausreichender elektrischer Tragfähigkeit bereits mit dünneren Wolframschichten erzielt werden können, als dies bislang mit den bekannten unedlen Elektroden-schichten möglich war. Außerdem stellt Wolfram ein kostengünstiges Elektrodenmaterial dar, das z.B. wesentlich kostengünstiger ist als Edelmetalle wie Palladium oder Platin, so daß erfindungsgemäße keramische Vielschichtbauelemente kostengünstiger herzustellen sind als solche mit edelmetallhaltigen Elektroden. Erfindungswesentlich ist aber nicht die elektrische Leitfähigkeit von Wolfram, sondern der Abbau der Sperrschicht zum Kaltleitermaterial, der allein

35

WD 02/091408

PCT/DE01/01736

4

durch die Anwesenheit einer geeigneten Menge Wolfram erreicht wird, die den guten Ohmschen Kontakt herstellt.

Bei einem erfindungsgemäßen als PTC Element ausgebildeten und daher aus kaltleitender Keramik gefertigten Bauelement ergeben sich weitere bislang nicht zu verwirklichende Vorteile. Nachdem bislang keine stabilen keramischen Vielschicht-Kaltleiter bekannt waren, wird es nun möglich, Kaltleiter mit höheren Nennströmen und kleineren Bauelementwiderständen bei kleinerer Bauform herzustellen, als dies bei bekannten (einschichtigen) Kaltleiterbauelementen möglich war. Dies ist möglich, weil bei Vielschichtbauelementen die Elektrodenabstände beziehungsweise die Schichtdicken der Keramikschichten deutlich geringer sein können, als bei herkömmlichen Kaltleiterbauelementen ohne Innenelektroden. Mit der reduzierten Dicke der einzelnen Keramikschicht reduziert sich auch deren elektrischer Widerstand senkrecht zur Hauptfläche, also in Richtung der Schichtdicke, ohne daß dazu der spezifische Widerstand der Keramik herabgesetzt werden muß. Eine weitere Reduktion des Widerstands des gesamten Vielschichtbauelements ergibt sich durch die Parallelverschaltung der einzelnen PTC-Elemente, die im erfindungsgemäßen Bauelement übereinandergestapelt das Vielschichtbauelement ergeben. Damit wird auch eine hohe Stromtragfähigkeit des Bauelements gewährleistet.

Allgemein kann bei einem keramischen Vielschichtbauelement über die Variation der Parameter Schichtdicke und Grundfläche des Einzelements und Anzahl der übereinandergestapelten Einzelschichten im Vielschichtbauelement die Eigenschaften des Gesamtbauelements gezielt beeinflusst oder variiert werden. Ein Vielschichtbauelement kann daher bei gegebenen äußeren Abmessungen dennoch innerhalb weiter Grenzen in seinen Eigenschaften variiert werden, ohne daß dafür die Keramikzusammensetzung geändert werden muß. Bei einschichtigen keramischen Bauelementen lassen sich die Bauelementeigenschaften oft nur über Variation der Bauelementdimension oder Variation der für das Bauelement verwendeten Materialien einstellen.

W0 02/091408

PCT/DE00/01736

5

Damit ist ein erfindungsgemäßes keramisches Vielschichtbauelement insbesondere zur Verwendung in der SMD-Montagetechnik geeignet, die eine kompakte maschinenverarbeitbare beziehungsweise maschinentaugliche Bauform voraussetzt. Diese läßt sich beim Vielschichtbauelement beliebig variieren, da die Bauelementeigenschaften unabhängig davon eingestellt werden können.

Im folgenden wird die Erfindung insbesondere das Verfahren zur Herstellung des Bauelements anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert. Die Figuren dienen nur der Veranschaulichung der Erfindung und sind nur schematisch und nicht maßstabgetreu.

15 Figur 1 zeigt eine mit einer Elektrodenschicht bedruckte keramische Grünfolie in perspektivischer Darstellung

20 Figur 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Vielschichtbauelement im schematischen Querschnitt

Figur 3 zeigt eine in mehrere Bauelemente aufteilbare keramische Grünfolie mit aktiven und passiven Bereichen in der Draufsicht

25 Figur 4 zeigt einen Schichtenstapel keramischer Grünfolie im Querschnitt.

Zur Herstellung keramischer Grünfolien wird das keramische Ausgangsmaterial fein vermahlen und homogen mit einem Bindematerial vermischt. Die Folie wird anschließend durch Folienziehen oder Foliengießen in einer gewünschten Dicke hergestellt.

35 Figur 1 zeigt eine solche Grünfolie 1 in perspektivischer Darstellung. Auf eine Oberfläche der Grünfolie 1 wird nun in dem für die Elektrode vorgesehenem Bereich eine Elektrodenpa-

WO 02/99149

P(1)/DE01/0176

6

ate 2 aufgebracht. Dazu eignen sich eine Reihe von insbeson-  
dere Dickschichtverfahren, vorzugsweise Aufdrucken, bei-  
spielsweise mittels Siebdruck. Zumindest im Bereich einer  
Kante der Grünfolie 1, wie beispielsweise in Figur 1 darge-  
stellt, oder nur im Bereich einer Ecke der Grünfolie ver-  
bleibt ein nicht von Elektrodenpaste bedeckter und hier als  
passiver Bereich 3 bezeichneter Oberflächenbereich. Möglich  
ist es auch, die Elektrode nicht als flächige Schicht aufzu-  
bringen, sondern strukturiert, gegebenenfalls als durchbro-  
chenes Muster.

Die Elektrodenpaste 2 besteht aus metallischen, metallisches  
Wolfram oder eine Wolframverbindung umfassenden Partikeln zur  
Herstellung der gewünschten Leitfähigkeit, ggf. sinterfähigen  
keramischen Partikeln zur Anpassung der Schwundeigenschaften  
der Elektrodenpaste an die der Keramik und einem ausbrennba-  
ren organischen Binder, um eine Formbarkeit der keramischen  
Masse bzw. einen Zusammenhalt der Grünkörper zu gewährlei-  
sten. Dabei können Partikel aus reinem Wolfram, Partikel aus  
Wolframliegierung, Wolframverbindung oder gemischte Partikel  
aus Wolfram und anderen Metallen verwendet werden. Bei kera-  
mischen Vielschichtbauelementen, die einer nur geringen me-  
chanischen Belastung ausgesetzt sind, ist es auch möglich, in  
der Elektrodenpaste auf die keramischen Anteile ganz zu ver-  
zichten. Der Wolframanteil kann in weiten Bereichen variiere-  
n, wobei ggf. die Sinterbedingungen auf die Elektrodenpa-  
stenzusammensetzung anzupassen sind. Der Abbau der Sperr-  
schicht bei Halbleitermaterial wird regelmäßig mit Wolframan-  
teilen von 3 und mehr Gewichtsprozent (bezogen auf die metal-  
lischen Partikel) erreicht.

Anschließend werden die bedruckten Grünfolien 9 in einer ge-  
wünschten Anzahl so zu einem Folienstapel übereinanderge-  
schichtet, daß (grüne) Keramikschichten 1 und Elektroden-  
schichten 2 alternierend übereinander angeordnet sind.

WO 02/091408

PCT/DE01/01736

7

Bei der späteren Kontaktierung werden die Elektroden-schichten  
außerde- alternierend auf unterschiedlichen Seiten des Bau-  
elements mit Sammelelektroden verbunden, um die Elektroden-  
den parallel zu verschalten. Dazu ist es vorteilhaft, erste  
5 und zweite Grünfolien 9 mit unterschiedlicher Orientierung  
der aufgedruckten Elektroden-schichten 2 so zu stapeln, daß  
deren passive Bereiche 3 alternierend nach unterschiedlichen  
Seiten weisen. Vorzugsweise wird dazu eine einheitliche Elek-  
troden-geometrie gewählt, wobei erste und zweite Grünfolie 9  
10 sich dadurch unterscheiden, daß sie im Folienstapel gegenein-  
ander um 180° gedreht sind. Möglich ist es jedoch auch, für  
das Bauelement einen Grundriß mit höherer Symmetrie auszuwäh-  
len, so daß zur Herstellung einer alternierenden Kontaktie-  
rung ein Verdrehen um andere Winkel als 180° möglich ist.  
15 beispielsweise um 90° bei Vorsehen eines quadratischen Grund-  
risses. Möglich ist es jedoch auch, bei jeder zweiten Grünfo-  
lie 9 das Elektrodenmuster um einen bestimmten Betrag gegen  
das der ersten Grünfolien so zu versetzen, daß jeder passive  
Bereich 3 in der jeweils benachbarten Grünfolie über einem  
20 mit Elektrodenpaste bedruckten Bereich angeordnet ist.

Anschließend wird der auf Grund des Binders noch formelasti-  
sche Folienstapel durch Pressen und gegebenenfalls Zuschnei-  
den in die gewünschte äußere Form gebracht. Dann wird die Ke-  
25 ramik gesintert, was einen mehrstufigen Prozeß in zumindest  
anfänglich wenig Sauerstoff enthaltenden Atmosphäre umfassen  
kann. Die endgültige Sinterung, bei der die Keramik bis zu  
vollständigen bzw. bis zur gewünschten Verdichtung zusam-  
mensintert, liegt in der Regel zwischen 1100 und 1500°C. Wird  
30 für diesen Hochtemperaturschritt eine sauerstoffhaltige  
Atmosphäre (z.B. mit einem Sauerstoffpartialdruck von zumin-  
dest 1 Hektopascal) gewählt, so wird eine maximale Sinter-  
temperatur von 1200°C eingehalten. Oberhalb dieser Temperatur  
besteht die Gefahr, daß das in den Elektroden enthaltene  
15 Wolfram oxidiert und somit die elektrische Leitfähigkeit re-  
duziert wird. Bei einer ebenfalls möglichen Sinterung unter  
Inertgas (z.B. mit einem Sauerstoffpartialdruck von höchstens



WO 02/091408

PCT/DE01/01736

8

1 Pasqual) muß diese obere Temperaturgrenze nicht eingehalten werden, so daß die Sinterung bei den z.B. für Bariumtitanat üblichen 1300°C durchgeführt werden kann. Eine Reduzierung der erforderlichen Sinter Temperatur kann aber auch durch Auswahl geeigneter Zuschläge zur Keramik erzielt werden.

Nach der Sinterung entsteht aus den einzelnen Grünfolien-  
 10 achichten ein monolithischer keramischer Bauelementkörper 8, der einen festen Verbund der einzelnen Keramikschichten 4 aufweist. Dieser feste Verbund ist auch an den Verbindungsstellen Keramik/Elektrode/Keramik gegeben. Figur 2 zeigt ein fertiges erfindungsgemäßes Vielschichtbauelement 6 im schematischen Querschnitt. Im Bauelementkörper sind alternierend  
 15 Keramikschichten 4 und Elektroden Schichten 5 übereinander angeordnet. An zwei einander gegenüberliegenden Seiten des Bauelementkörpers werden nun Sammelelektroden 6, 6' erzeugt, die jeweils mit jeder zweiten Elektroden Schicht 5 in elektrischem Kontakt stehen. Dazu kann beispielsweise zunächst eine Metallisierung, üblicherweise aus Silber auf der Keramik erzeugt  
 20 werden, beispielsweise durch stromlose Abscheidung. Diese kann anschließend galvanisch verstärkt werden, z.B. durch Aufbringen einer Schichtfolge Ag/Ni/Sn. Dadurch wird die Lötbarkeit auf Platinen verbessert. Es sind jedoch auch andere Möglichkeiten der Metallisierung beziehungsweise der Erzeugung der Sammelelektroden 6, 6' geeignet.

Das in der Figur 2 dargestellte Bauelement 8 weist auf beiden Hauptoberflächen Keramikschichten als Abschlußschichten auf. Dazu kann zum Beispiel als oberste Schicht eine unbedruckte  
 30 Grünfolie 1 vor dem Sintern in den Folienstapel eingebaut werden, so daß der Stapel nicht mit einer Elektroden Schicht 2 abschließt. Für mechanisch besonders beanspruchte keramische Bauelemente ist es auch möglich, die oberste und die unterste keramische Schicht im Stapel dicker zu gestalten als die übrigen  
 35 Keramikschichten 4 im Stapel. Dazu können beim Aufstapeln des Folienstapels als unterste und oberste Schichten mehrere unbedruckte Grünfolien 1 ohne Elektroden Schicht ein-

WO 02/091408

FCT/DE/01/0136

9

gebaut und zusammen mit dem restlichen Grünfolienstapel ver-  
preßt und gesintert werden.

Figur 3 zeigt eine mit einem Elektrodenmuster 2 bedruckte  
5 Grünfolie, die ein Aufteilen in mehrere Bauelemente mit je-  
weils kleinerer Grundfläche ermöglicht. Die nicht mit Elek-  
trodenpaaren bedruckten passiven Bereiche 3 werden so angeord-  
net, daß sich durch abwechselndes Stapeln von ersten und  
10 zweiten Grünfolien der zur Kontaktierung geeignete alternie-  
rende Versatz der Elektroden im Stapel einstellen läßt. Dies  
kann erreicht werden, wenn die ersten und zweiten Grünfolien  
jeweils gegeneinander um z.B. 180° verdreht sind, oder wenn  
allgemein erste und zweite Grünfolien ein gegeneinander ver-  
setzt Elektrodenmuster aufweisen. Die Schnittlinien 7, ent-  
15 lang der sich die Grünfolie beziehungsweise der daraus herge-  
stellte Schichtenstapel in einzelne Bauelemente vereinzeln  
läßt, sind mit gestrichelten Linien gekennzeichnet. Möglich  
sind jedoch auch Elektrodenmuster, bei denen die Schnittfüh-  
rungen zum Vereinzeln so gelegt werden können, daß keine  
20 Elektroden-schicht durchtrennt werden muß. Jede zweite Elek-  
troden-schicht ist dann aber vom Stapelrand her kontaktierbar.  
Gegebenenfalls werden dazu die Stapel nach dem Vereinzeln und  
Sintern vor dem Aufbringen der Sammelelektroden 6, 6' noch  
25 abgeschliffen, um die zu kontaktierenden Elektroden-schichten  
freizulegen.

Figur 4 zeigt einen so hergestellten Schichtenstapel im sche-  
matischen Querschnitt. Man erkennt, daß bei der Vereinzelung  
des Schichtenstapels entlang der Schnittlinien 7 Bauelemente  
30 entstehen, die jeder für sich den gewünschten Versatz der  
Elektroden 4 aufweisen. Die Zerteilung eines solchen mehrere  
Bauelementgrundrisse umfassenden Folienstapels in einzelne  
Folienstapel der gewünschten Bauelementgrundfläche erfolgt  
vorzugeweise nach dem Verpressen der Folienstapel, beispiels-  
35 weise durch Schneiden oder Stanzen. Anschließend werden die  
Folienstapel gesintert. Möglich ist es jedoch auch, den meh-  
rere Grundrisse von Bauelementen umfassenden Folienstapel zu-

WO 02/99149B

PCT/DE01/91736

10

nächst zu sintern und die Einzelbauelemente erst anschließend durch Sägen der fertig gesinterten Keramik zu vereinzeln. Abschließend werden wiederum Sammelelektroden 6 aufgebracht.

- 5 Ein erfindungsgemäßes Vielschichtbauelement, welches als Kaltleiter (PIC-Element) eingesetzt werden kann, besteht aus einer Bariumtitanatkeramik der allgemeinen Zusammensetzung  $(\text{Ba,Ca,Sr,Pb})\text{TiO}_3$ , die mit Donatoren und/oder Akzeptoren, beispielsweise mit Mangan und Yttrium dotiert ist.

- 10 Das Bauelement kann beispielsweise 5 bis 20 Keramikschichten samt der dazugehörigen Elektroden-schichten, zumindest aber zwei innenliegende Elektroden-schichten umfassen. Die Keramik-schichten weisen üblicherweise jeweils eine Dicke von 30 bis 15  $\mu\text{m}$  auf. Sie können jedoch auch größere oder kleinere Schichtdicken besitzen.

- Die äußere Dimension eines Kaltleiterbauelements in erfindungs- 20 rischer Vielschichtbauweise kann variieren, liegt jedoch für mit SMD verarbeitbare Bauelemente üblicherweise im Bereich weniger Millimeter. Eine geeignete Größe ist beispielsweise die von Kondensatoren bekannte Bauform 2223. Das Kaltleiter- 25 bauelement kann jedoch auch noch kleiner sein.

- 24 Das bis auf die Wahl des Elektrodenmaterials bekannte Herstellungsverfahren von keramischen Vielschichtbauelementen konnte anhand des Ausführungsbeispiels nur exemplarisch dargestellt werden. Die Erfindung ist daher nicht auf die Ausführungsbeispiele beschränkt und läßt sich noch durch Variation der meisten 30 Parameter in gewünschter Weise abwandeln.

- Besondere Vorteile hat die Erfindung für die genannten Kaltleiter-Bauelemente, die mit der Erfindung erstmals als stabile Vielschichtbauelemente mit kleiner Bauform und niedrigem 35 Widerstand erhalten werden können. Möglich ist es jedoch auch, mit der Erfindung andere keramische Vielschichtbauele-

( 1 9 )

特表2004-521510 (P2004-521510A)

WO 02091408

PC1/DE01/01236

11

mente herzustellen, beispielsweise Kondensatoren, Heißleiter  
oder Varistoren.

W/O 92/091408

PCT/DE01/01736

12

## Patentansprüche

1. Keramisches Vielschicht-Bauelement  
umfassend einen zu einem monolithischen Bauelement-Körper  
(8) verbundenen Stapel aus mehreren beidseitig mit Elektroden (5) versehenen Keramikschichten (4),  
bei dem die Elektroden-schichten alternierend mit seitlich am Bauelement angebrachten Sammelelektroden (6,6') kontaktiert sind,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Keramikschichten PTC Keramik umfassen, und  
daß das Material zumindest der innenliegenden Elektroden (5) Wolfram umfaßt.
2. Bauelement nach einem der Ansprüche 1,  
umfassend mindestens zwei innenliegende Elektroden-schichten (5).
3. Verfahren zur Herstellung eines keramischen Vielschicht-Bauelements (8) nach Anspruch 1 mit den Schritten:  
Herstellen keramischer Grünfolien (9) aus PTC Keramik,  
Aufbringen einer sinterfähigen Wolfram haltigen Elektroden-Paste auf für Elektroden vorgesehene Bereiche (2) der Grünfolien (9)  
alternierendes Stapeln von mit Elektroden-Paste (2) versehenen ersten und zweiten Grünfolien in gewünschter Anzahl zu einem Folienstapel  
Zusammenpressen der Folienstapel  
Sintern der Folienstapel zu einem monolithischen Bauelement-Körper (8).
4. Verfahren nach Anspruch 3,  
bei dem das Sintern in Sauerstoff haltiger Atmosphäre bei Temperaturen kleiner 1200°C durchgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3,  
bei dem das Sintern unter Inertgas-Atmosphäre bei Tempe-

WU 92091408

PCT/DE01/01236

13

raturen größer 1200°C durchgeführt wird und bei dem anschließend in Sauerstoff haltiger Atmosphäre aber niedrigerer Temperatur nachgetempert wird.

- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-5,  
bei dem der Folienstapel vor dem Sintern in kleinere Stapel der gewünschten Größe und Form zerteilt wird.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3-6,  
bei dem die Elektroden Paste (2) durch Aufdrucken in aktiven Bereichen aufgebracht wird, wobei zumindest ein passiver unbedruckter Bereich (3) ausgespart wird, und bei dem beim Stapeln der bedruckten Grünfolien (9) der passive Bereich jeder zweiten Grünfolien über einem bedruckten Bereich der ersten Grünfolien angeordnet wird.
- 15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3-7,  
bei dem die passiven unbedruckten Bereiche (3) an einer Ecke oder Kante der Grünfolien (9) angeordnet sind und bei dem nach dem Sintern zwei Sammelelektroden (6) seitlich am Bauelement Körper (8) im Bereich dieser passiven Bereiche (3) aufgebracht werden, so daß jeweils die Elektroden (5) aller ersten oder aller zweiten Keramikschichten von einer Sammelelektrode (6) kontaktiert werden.
- 20 9. Verwendung eines keramischen Bauelements nach einem der vorangehenden Ansprüche als SMD fähiges PTC Widerstandselement.

30

WO 02/091408

PCT/DE01/01736

1/2

FIG 1

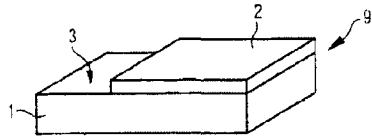
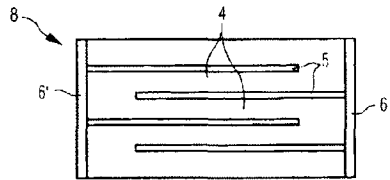


FIG 2



W/0 02/09/1408

PCT/DE01/01736

2/2

FIG 3

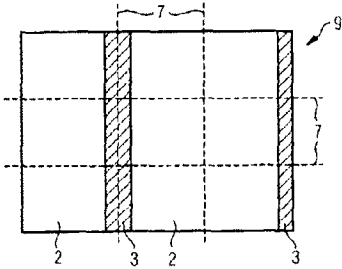
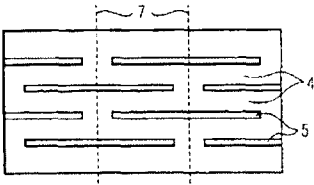


FIG 4





| INTERNATIONAL SEARCH REPORT   |  | Applicant's Address<br>PCT/DE 01/01736             |
|---|--|--|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER<br>IPC 7 HO1G4/30 HO1G4/008 HO1G7/02  |  |  |
| According to International Patent Classification (IPC) or to national classification and IPC  |  |  |
| B. FIELDS SEARCHED<br>Keywords/expressions searched (classification system followed by classification symbols)<br>IPC 7 HO1G HO1C   |  |  |
| Documentation searched upon which abstract documentation is the subject of the 3-12 documents are included in the fields searched   |  |  |
| Electronic data base consulted during the international search phase of data base and, where practical, search terms used<br>EPO-Internal, PAJ  |  |  |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT  |  |  |
| Category  | Citation of document with publication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevance to claim No.                             |
| Y   | DE 199 45 011 C (EPCOS AG)<br>3 May 2001 (2001-05-03)<br>the whole document  | 1-9  |
| Y   | DE 196 22 690 A (MURATA MANUFACTURING CO)<br>12 December 1996 (1996-12-12)<br>cited in the application<br>the whole document | 1-9  |
| A   | US 5 004 715 A (HAKOTANI YASUHIKO ET AL)<br>2 April 1991 (1991-04-02)<br>the whole document                                  | 1,3  |
| A   | EP 0 734 031 A (TOK CORP)<br>25 September 1996 (1996-09-25)<br>cited in the application<br>the whole document                | 1,3  |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C <input checked="" type="checkbox"/> Related family members are listed as prior art.  |  |  |
| *A* documents claiming the general state of the art which is not contained in the art of particular relevance<br>*B* prior documents published on or after the international filing date<br>*C* documents which may have priority over priority documents or which is cited to establish the publication date of another document or other date of use (as specified)<br>*D* documents relating to an earlier invention, use, exhibition or other matter<br>*E* documents (prior art) prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>*F* documents containing other information relating to the invention<br>*G* documents of particular relevance, the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>*H* documents of particular relevance, the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is considered in view of more than one other document, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>*I* documents relating to the same patent family |  |  |
| Date of the actual completion of the international search   |  | Date of mailing of the international search report |
| 11 January 2002   |  | 18/01/2002   |
| Name and mailing address of the ISA<br>European Patent Office, P. B. 5515, Luxembourg 7<br>L-2280, Luxembourg<br>Tel: (+352) 460 4241-4242, Fax: (+352) 460 4241-4242<br>Fax: (+352) 460 4241-4242  |  | Authorized officer<br>Kirkwood, J                  |

| INTERNATIONAL SEARCH REPORT               |                     |                            |                     | Inventor<br>or Application No.<br>PCT/DE 01/01736 |  |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|---|--|
| Parent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Parent family<br>member(s) | Publication<br>date |   |  |
| DE 19945011                               | C                   | 03-05-2001                 | DE 19945011 C1      | 03-05-2001  |  |
| DE 19622690                               | A                   | 12-12-1996                 | CN 1148724 A        | 30-04-1997  |  |
|   |                     |                            | DE 19622690 A1      | 12-12-1996  |  |
|   |                     |                            | GB 2303488 A, B     | 19-02-1997  |  |
|   |                     |                            | JP 3233020 B2       | 26-11-2001  |  |
|   |                     |                            | JP 9055332 A        | 25-02-1997  |  |
|   |                     |                            | KR 203928 B1        | 15-06-1999  |  |
|   |                     |                            | SG 65607 A1         | 22-06-1999  |  |
|   |                     |                            | US 5879812 A        | 09-03-1999  |  |
| US 5004715                                | A                   | 02-04-1991                 | JP 2225363 A        | 07-09-1990  |  |
|   |                     |                            | JP 2615977 B2       | 04-06-1997  |  |
| EP 0734031                                | A                   | 25-09-1996                 | EP 0734031 A2       | 25-09-1996  |  |
|   |                     |                            | JP 8330107 A        | 13-12-1996  |  |
|   |                     |                            | US 6160472 A        | 12-12-2000  |  |

[illegible]

| INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT                |   |                               |                               | Date: 01/01/736 |                               |
|--|---|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| im Recherchenbericht<br>angegebene Patentnummern |   | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied der<br>Patentfamilie |                 | Datum der<br>Veröffentlichung |
| DE 19945011                                      | C | 03-05-2001                    | DE 19945011 C1                |                 | 03-05-2001                    |
| DE 19622690                                      | A | 12-12-1996                    | CN 1148724 A                  |                 | 30-04-1997                    |
|  |   |                               | DE 19622690 A1                |                 | 12-12-1996                    |
|  |   |                               | GB 2303488 A .8               |                 | 19-02-1997                    |
|  |   |                               | JP 3233020 B2                 |                 | 26-11-2001                    |
|  |   |                               | JP 9053332 A                  |                 | 25-02-1997                    |
|  |   |                               | KR 203928 B1                  |                 | 15-06-1999                    |
|  |   |                               | SG 65607 A1                   |                 | 22-06-1999                    |
|  |   |                               | US 5879812 A                  |                 | 09-03-1999                    |
| US 5004715                                       | A | 02-04-1991                    | JP 2225363 A                  |                 | 07-09-1990                    |
|  |   |                               | JP 2615977 B2                 |                 | 04-06-1997                    |
| EP 0734031                                       | A | 25-09-1996                    | EP 0734031 A2                 |                 | 25-09-1996                    |
|  |   |                               | JP 8330107 A                  |                 | 13-12-1996                    |
|  |   |                               | US 6160472 A                  |                 | 12-12-2000                    |

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード ( 参考 )

|         |       |         |
|---------|-------|---------|
| H 0 1 G | 4/30  | 3 1 1 F |
| H 0 1 G | 13/00 | 3 9 1 E |
| H 0 1 G | 13/00 | 3 9 1 H |
| H 0 1 G | 4/40  | 3 0 7 A |

(72)発明者 ルッツ キルステン

オーストリア国 シュタインツ シュタルホーフ 40

Fターム(参考) 5E001 AB03 AC09 AE01 AE02 AE03 AE04 AF06 AH01 AH05 AH06  
AH09 AJ01 AJ02  
5E082 AA01 AB03 BC23 BC40 DD03 EE04 EE23 EE35 FF05 FG26  
FG46 FG54 MM22 MM24 PP06